Celia Izoard

ITER

les promesses polluantes de la fusion nucléaire

l'enquête de Reporterre

ITER, le futur réacteur international, se veut la vitrine de la fusion nucléaire, dont les qualités, selon ses promoteurs, surpassent celles de la fission, en usage dans les centrales classiques. Enquête au cœur d'un projet démesuré, aux conséquences sanitaires et environnementales désastreuses.



Le site ITER en mai 2021.

juin 2021

Celia Izoard est journaliste
au sein de la revue *Z* et de *Reporterre*.

Dans ses enquêtes et ses analyses, elle élabore une critique des nouvelles technologies au travers de leurs impacts sociaux et écologiques.

Elle est notamment co-auteure de
La machine est ton seigneur et ton maître (Agone, 2015)
et de
La liberté dans le coma (Groupe Marcuse, La Lenteur, rééd. 2019).
Elle a aussi réalisé une nouvelle traduction de
1984 de George Orwell
et traduit de nombreux ouvrages (Howard Zinn, David Noble…).

Son dernier ouvrage :
***Merci de changer de métier**,*
lettre aux humains qui veulent robotiser le monde,
<http://www.zite.fr/merci-de-changer-de-metier/>
vient de paraître aux éditions de la Dernière Lettre.

Mise en page réalisée par :
Bertrand Louart
Radio Zinzine
04 300 Limans

I. Le futur réacteur nucléaire ITER : un projet titanesque et énergivore

Le futur réacteur de fusion nucléaire ITER, dans les Bouches-du-Rhône, consommera autant d'énergie qu'il en produira. Ce projet immense est aussi bien plus coûteux que prévu : 44 milliards d'euros.

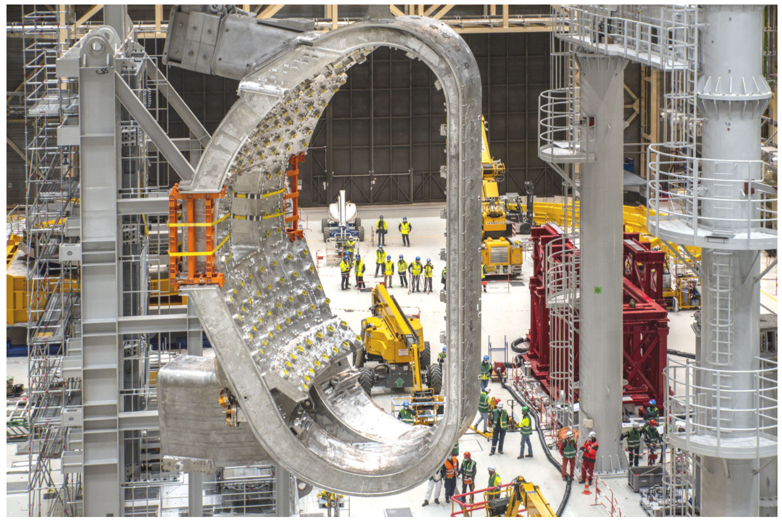
À Cadarache, dans les Bouches-du-Rhône, plusieurs milliers de personnes s'activent sur l'un des plus grands chantiers du monde. Le complexe où nous entrons avec notre guide, qui abritera le futur réacteur de fusion nucléaire ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*), pèse 440 000 tonnes, soit plus de quarante tours Eiffel. Des hommes en casque de chantier – « *casques rouges pour les chefs, blancs pour les ouvriers* », explique la guide – tous également minuscules dans cet espace, contemplent une colossale pièce métallique de 440 tonnes. Elle a été expédiée de Chine par bateau, acheminée depuis Fos-sur-Mer sur une barge spécialement construite sur l'étang de Berre, puis transportée par convoi nocturne sur 104 kilomètres de route fortifiée à bord d'un camion géant doté de 352 roues.

Si des membres d'une peuplade inconnue arrivaient à ITER et observaient les ressources titanesques mobilisées pour ce chantier, ils en concluraient probablement que l'on construit ici un temple destiné à l'adoration d'un dieu. Ils n'auraient peut-être pas tort. Le nom de cette divinité s'affiche en grosses lettres en première page du site internet de l'Organisation ITER : « *Une énergie inépuisable* » [1].

Les centrales nucléaires construites à partir des années 1960 promettaient déjà d'exaucer cette prière, mais au moyen de la fission : déclencher une réaction en chaîne libérant des neutrons en cassant des noyaux d'uranium. Mais à ITER, on vous le dit tout net : la fission nucléaire est une impasse. Il faut extraire l'uranium pour

[1] < https://www.iter.org/fr/accueil >

alimenter les réacteurs, gérer des dizaines de milliers de tonnes de déchets radioactifs pour des milliers d'années, et maîtriser la réaction en chaîne qui, faute de refroidissement, s'emballe, comme à Fukushima. « *On ne veut plus de tout ça* », tranche **Joëlle Elbez-Uzan**, responsable de la sûreté et de l'environnement à ITER.



L'un des secteurs de la chambre à vide du tokamak d'ITER.

Avec la fusion nucléaire, nous assure-t-on, tous ces problèmes seraient surmontés : très peu de combustible, très peu de déchets, aucun risque d'emballement. Avec du deutérium (extrait de l'eau de mer) et seulement quelques kilos de tritium radioactif, chauffés à entre 150 et 200 millions de degrés Celsius (dix fois la température du centre du soleil), on peut créer un plasma résultant de la fusion des atomes et produire une énorme chaleur [2].

---

[2] La fusion recherchée à ITER est dite *« thermonucléaire »* : elle consiste, en les chauffant, à accélérer les noyaux de façon à leur faire franchir la force de répulsion électrostatique et à les fusionner, ce qui émet des neutrons très énergétiques. Le chauffage se fait au cours de différentes étapes. 1. Du combustible gazeux est introduit dans le tokamak, de l'électricité passe dans le gros aimant central, qui envoie lui-même un courant dans le gaz. Il s'agit du chauffage ohmique, qui fonctionne sur le principe d'une résistance et qui permet d'atteindre la température de 20 millions de degrés Celsius. 2. Deux techniques de chauffage complémentaires sont introduites pour atteindre 150 millions de degrés : des particules neutres sont

l'Agence internationale pour l'énergie atomique (AIEA) à la première page de son bulletin publié en mai 2021 [3] promet :

> « La fusion peut générer quatre fois plus d'énergie par kilo de combustible que la fission, et près de 4 millions de fois plus d'énergie que la combustion de pétrole ou de charbon. »

Décupler l'énergie… Vraiment ?

Jusqu'ici, rien de nouveau : c'est le principe de la bombe thermonucléaire (ou bombe H). Comme l'expliquaient les physiciens en 1957, peu après la conférence internationale « *Atomes pour la paix* », qui a lancé ces recherches, le but d'un réacteur de fusion thermonucléaire est de « *domestiquer l'énergie de la bombe H* » [4].

Au lieu de laisser libre cours à la chaleur destructrice des neutrons, on va tenter de confiner ce plasma dans de gigantesques champs magnétiques. Enfermé dans ce tokamak, sorte de bouteille magnétique inventée par les physiciens russes, le plasma, porté à très haute température comme précédemment expliqué, produirait des noyaux d'hélium, et la réaction de fusion s'auto-entretiendrait en dégageant de la chaleur. On pourrait alors récupérer l'excès de chaleur créé par la réaction et la convertir en courant électrique.

Jusqu'ici, la fusion nucléaire n'a pu être réalisée que pendant quelques secondes, faute d'un tokamak assez grand pour confiner l'énergie [5]. Comme aucun pays n'aurait pu assumer seul les coûts d'une telle construction, l'expérience menée à Cadarache rassemble trente-cinq pays (Union européenne, États-Unis, Chine, Russie, Suisse, Angleterre, Japon, Inde et Corée du Sud), qui contribuent tous à son financement. Après quinze ans de travaux et de recherches, l'assemblage du tokamak d'ITER – gigantesque enceinte métallique de 73 mètres de haut – a commencé à l'été

---

injectées dans le plasma, lui donnant de l'énergie et deux sources d'ondes électromagnétiques de haute fréquence sont activées.

[3] < https://reporterre.net/IMG/pdf/fusionenergyaiea2021.pdf >

[4] "Fusion nucléaire : l'énergie à profusion", La méthode scientifique, *France Culture*, 12 juin 2019 ; < https://www.franceculture.fr/emissions/la-methode-scientifique/la-methode-scientifique-emission-du-mercredi-12-juin-2019 > ; Et aussi Bertrand Louart, *ITER ou la fabrique d'absolu*, 2006 : < https://archive.org/details/LouartITERLv >.

[5] Par exemple, dans le tokamak JET en Angleterre et le tokamak West au CEA de Cadarache. Et des annonces plus récentes de la Corée (KSTAR) et de la Chine (East).

2020. L'objectif est de parvenir à confiner un plasma pendant quatre minutes afin de vérifier si les noyaux d'hélium parviennent à maintenir la réaction de fusion nucléaire.

Du fait de sa vocation expérimentale, ITER n'est pas raccordé à des turbo-alternateurs et ne produira pas d'électricité. Les premiers tirs de plasma avec deutérium et tritium ne commenceront qu'en 2035, une fois la machine assemblée, sa stabilité et son étanchéité testées. Un prototype de réacteur, Demo [6], serait construit vers 2050, puis toute une filière de fusion nucléaire « *à l'horizon 2070* », estime prudemment Joëlle Elbez-Uzan. Mais ITER entend déjà démontrer qu'avec son plasma autoentretenu, le réacteur générera « *la première production d'énergie nette de toute l'histoire de la fusion* » en créant « *une amplification d'un facteur 10 : soit 50 mégawatts (MW) en entrée et 500 mégawatts en sortie* ». C'est la première chose que l'on vous apprend sur ITER. Avec très peu de combustible et de déchets, on va décupler l'énergie : on injecte 50 MW, on en obtient 500 MW.

Un bilan énergétique nul

Le problème, c'est que c'est faux. Ou, du moins, ce n'est que très partiellement vrai. **Steven B. Krivit**, journaliste scientifique étasunien, spécialiste de la fusion nucléaire, y a consacré une enquête, puis un film [7]. Au moment des tirs de plasma, explique-t-il, pour produire ces 50 MW de chaleur qui seront injectés dans le tokamak, compte tenu de toutes les infrastructures présentes sur le site, des systèmes de chauffage et des pertes énergétiques, ITER consommera entre 300 et 500 MW. Soit presque autant que l'énergie qu'il est censé en produire. Et cela sans compter l'énergie grise du réacteur, c'est-à-dire l'énergie nécessaire à la production de tous ces composants, de leur acheminement, etc., nous parlons ici simplement de la puissance électrique qu'ITER prélèvera dans le réseau RTE. Steven B. Krivit précise :

> « Ce réacteur est fait pour produire des particules [neutrons] de fusion qui ont dix fois la puissance injectée dans les particules, , non pour produire dix fois l'énergie qu'il consommera. »

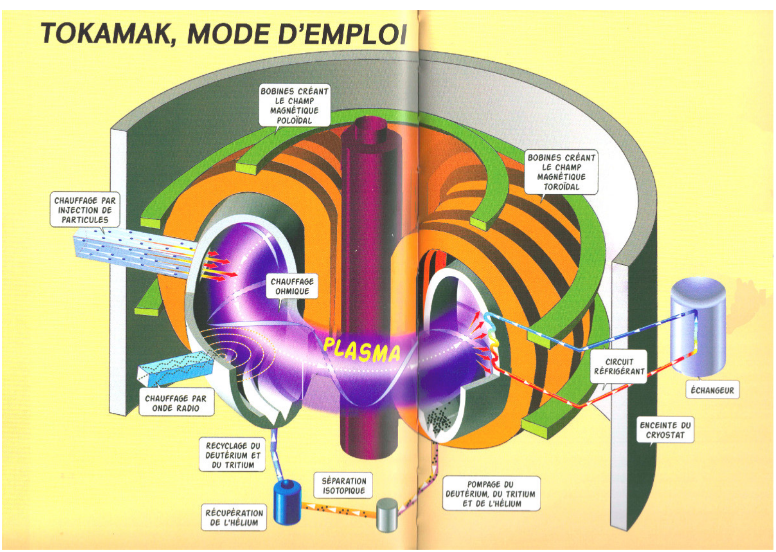
---

[6] "L'après ITER" ;< https://www.iter.org/fr/sci/iterandbeyond >

[7] *ITER, The Grand Illusion: A Forensic Investigation of Power Claims*, avril 2021 ; < https://news.newenergytimes.net/iter/ >

Si l'expérience menée à ITER fonctionnait, et qu'il était raccordé au réseau électrique, le bilan énergétique serait nul. Une « *omission stratégique* », selon Krivit, qui éloigne considérablement la perspective de produire de l'électricité par fusion nucléaire.

Cette subtile distinction entre la quantité d'énergie consommée pour amorcer la réaction et la quantité d'énergie consommée par le réacteur (comme son usine cryogénique géante) n'est jamais expliquée au public ni même, vraisemblablement, au personnel d'ITER. Lorsque nous avons corrigé Joëlle Elbez-Uzan pendant notre interview sur le fait que le facteur d'amplification par dix ne concerne que la réaction, et non l'énergie totale injectée dans ITER, la directrice de la sûreté s'est exclamée, perplexe : « *Vous me faites une blague ?* »



Mode d'emploi du tokamak, avec la chambre à vide, le tunnel circulaire gris, encerclé par les bobines générant le champ magnétique. *CEA, tiré de ITER : le chemin des étoiles ?, J. Jacquinot, R. Arnoux, Edisud, 2006.*

Interrogé le même jour sur la consommation électrique totale d'ITER, **Laban Coblentz**, directeur de la communication, a répondu qu'il l'ignorait. Après une demande écrite, quinze jours d'attente et plusieurs relances, des ordres de grandeur confirmant ceux de Steven B. Krivit ont été fournis, mais accompagnés d'une longue

dissertation sur la nécessité de « *replacer ces réponses dans le contexte de la mission d'ITER* ». Sa consommation énergétique est à mettre en balance avec « *le potentiel énorme de la fusion pour éliminer plus d'un siècle de tensions et conflits géopolitiques liés à l'accès aux ressources fossiles* ». Une part de la puissance consommée par ITER est due « *au grand nombre d'outils de diagnostics visant à une analyse exhaustive du plasma et servant à optimiser la conception de machines futures* ». Et de toute façon, il est impossible d'estimer précisément la consommation électrique car « *cela dépendra de la configuration précise des systèmes utilisés pour chaque expérience* ».

Cet aveu d'ignorance est d'autant plus surprenant qu'à l'époque du débat public sur ITER en 2006, l'équipe semblait parfaitement capable d'en fournir une estimation. Le compte rendu de la rencontre organisée à Salon-de-Provence par la Commission nationale du débat public indique :

> « Lorsque la machine sera en régime de veille, elle consommera 120 mégawatts afin d'alimenter les auxiliaires. Lors des expériences, la puissance consommée […] atteindra ensuite 620 MW afin de chauffer le plasma, puis redescendra à 450 MW pendant la phase principale de l'expérience (370 secondes), et se rétablira à 120 MW. Lors du pic de puissance de 620 MW, des systèmes de compensation limiteront l'impact d'ITER sur le réseau électrique régional. » [8]

Et pour cause ! 620 MW représentent une puissance colossale, puisque toute l'agglomération toulousaine utilise une puissance de près de 500 MW. À l'année, apprend-on dans l'un des cahiers destinés au débat public, ITER consommera 600 GWh [9], ce qui correspond à l'approvisionnement d'une ville de 145 000 habitants, comme Aix-en-Provence ou Le Mans.

De 4,5 milliards à 44 milliards d'euros

Manifestement, les responsables de l'Organisation ITER évitent soigneusement d'en faire état, de peur de refroidir l'enthousiasme des responsables politiques qui financent cette instrumentation colossale. le journaliste Steven B. Krivit résume :

---

[8] *Compte rendu du débat public ITER en Provence*, Commission nationale du débat public, 2006, p. 43.

[9] *« ITER en Provence »*, Commission nationale du débat public, Cahier 1, 2006, p. 23.

> « Un petit groupe de physiciens représentant la communauté scientifique des chercheurs en fusion nucléaire a désinformé le public afin de s'assurer le maintien de ses financements publics. »

Pour convaincre les dirigeants politiques, il fallait au moins promettre un miracle énergétique digne de la multiplication des pains. **Thiéry Pierre**, physicien des plasmas de fusion au CNRS, lui-même très sceptique sur la possibilité de confiner un plasma thermonucléaire ironise :

> « C'est l'argument massue. Imaginez des scientifiques, auréolés du prestige de la physique théorique, expliquant à Jacques Chirac qu'on peut multiplier l'énergie par dix : il fait le chèque tout de suite ! »

Aujourd'hui, les acteurs de la fusion ont d'autant moins intérêt à décevoir leurs interlocuteurs que les montants ne cessent de doubler. En 2000, ITER devait coûter 4,5 milliards d'euros. En 2006, année de la ratification de l'Accord ITER par Jacques Chirac, le coût total (construction, fonctionnement et démantèlement) était estimé à 10 milliards d'euros. L'Organisation ITER annonce aujourd'hui 22 milliards d'euros mais, reconnaît Laban Coblentz, « *cela exclut les coûts de fonctionnement et le démantèlement* ».

Plus encore, il est d'autant plus faux de chiffrer le coût du projet à 22 milliards d'euros que, selon l'Accord ITER, l'Union européenne contribue au projet à hauteur de 45,6 % du montant total, or elle lui a alloué 20 milliards d'euros jusqu'en 2035. Selon cet accord, les six autres pays partenaires contribuent au reste du coût par des contributions en nature : la fourniture de tous ces composants uniques de très haute technologie, toujours sur fonds publics. Le coût de construction avoisinerait donc, selon Thiéry Pierre, « *44 milliards d'euros* », ce qui a amené le physicien à adresser une note d'information à la direction du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), demandant de mettre fin à cette désinformation « *qui risque de jeter un discrédit permanent sur la physique des plasmas* » [10].

Finalement, en ajoutant les milliards nécessaires à la réalisation des expériences et au traitement d'un volume colossal de déchets de démantèlement, le Département de l'énergie américain s'est peut-être montré plus réaliste en estimant le coût total d'ITER à

---

[10] < https://reporterre.net/IMG/pdf/thierypierrecoutiter_1.pdf >

65 milliards de dollars (environ 54 milliards d'euros) [11]. Hormis la Station spatiale internationale, c'est l'expérience scientifique la plus chère de l'histoire humaine.



À l'intérieur du site ITER.

[11] < https://physicstoday.scitation.org/do/10.1063/PT.6.2.20180416a/full/ >

II. Derrière le projet ITER : des montagnes de métaux toxiques et de déchets radioactifs

Présenté comme un projet « propre » qui contribuera à la lutte contre le changement climatique, le futur réacteur nucléaire ITER nécessite pourtant quantité de métaux polluants ou cancérogènes, et produira de nombreux déchets radioactifs.

Depuis le bureau vitré qui domine le gigantesque chantier du réacteur expérimental situé dans les Bouches-du-Rhône, Laban Coblentz, directeur de la communication d'ITER explique :

> « Si je viens travailler chaque matin, c'est parce que je crois qu'il n'y a pas d'alternative à la fusion nucléaire pour lutter contre le changement climatique. Il faudra alimenter tout le parc de véhicules électriques, l'éolien et le solaire ne suffiront pas. »

En théorie, une réaction de fusion nucléaire ne produit pas de gaz à effet de serre, « *le sous-produit principal est l'hélium, un gaz inerte non toxique* », selon l'Organisation ITER. Mais dans le scénario le plus optimiste où la réaction de fusion nucléaire serait maîtrisée, une filière de production d'électricité ne verrait le jour qu'après 2070 [12]. Pour remplacer les énergies fossiles et espérer contenir l'élévation des températures avant la fin du siècle, il serait trop tard.

Ce problème mis à part, peut-on considérer qu'ITER contribuera à 100 % à la lutte contre le changement climatique [13], comme l'a

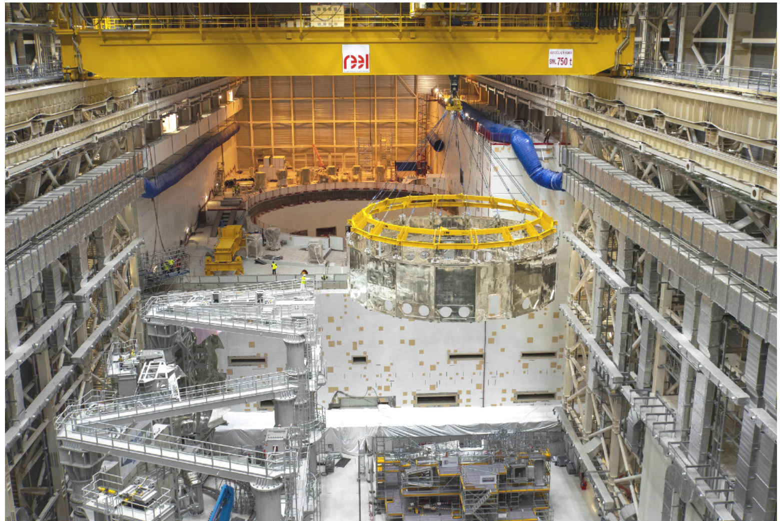
---

[12] L'Organisation ITER dit « *à partir de 2050* » : après les tests à ITER en 2035-2040, il faudrait d'abord construire Demo, le prototype de réacteur de fusion nucléaire qui générerait de l'électricité, puis, seulement après, lancer une filière. Joëlle Elbez-Uzan, responsable de la sûreté et de l'environnement à ITER, pense que ce sera vers 2080-2100.

[13] < https://reporterre.net/IMG/pdf/iter100_climat.pdf >

justifié dernièrement l'Europe lors de l'affectation de 6,6 milliards d'euros au projet ?

Sur le site ITER de Cadarache, la construction d'une quarantaine de bâtiments monumentaux a déjà nécessité d'excaver 3 millions de mètres cubes de terre, de produire 150 000 m^3 de béton, d'installer une ligne THT et un poste électrique de 4 hectares. Pour refroidir les aimants supraconducteurs du réacteur, Air Liquide a bâti sur le site la plus grande usine cryogénique du monde, alimentée avec de l'hélium (produit à partir de méthane) importé du Qatar. Pour réaliser les calculs nécessaires au paramétrage de la réaction de fusion, ITER utilise des supercalculateurs qui, à partir de 2035, généreront chaque jour 2,2 pétaoctets de données, soit l'équivalent de 20 000 disques durs d'ordinateurs grand public – et leur traitement sera d'autant plus énergivore qu'ils nécessiteront deux sauvegardes quotidiennes. Mais l'aspect le plus préoccupant du bilan environnemental de la fusion réside dans les quantités inédites de métaux nécessaires à un tel réacteur.



Le premier élément de l'écran thermique du cryostat transféré à la fosse du tokamak, le 14 janvier 2021.

Contaminations, maladies ou cancers

Prenons un métal peu connu, le niobium. Le principe de la réaction de fusion qui aura lieu dans le tokamak d'ITER – sorte de bouteille magnétique – nécessite de confiner un plasma porté à plus de 150 millions de degrés Celsius au moyen de gigantesques champs magnétiques. Pour les produire, 10 000 tonnes d'aimants supraconducteurs, les plus grands jamais conçus, sont en chemin vers ITER. Leurs bobines sont faites de deux alliages de métaux précieux : le niobium-titane et le niobium-étain. L'Organisation sur son magazine *ITER Mag* s'enthousiasme :

> « La taille exceptionnelle des aimants d'ITER […] a bouleversé le marché mondial des supraconducteurs. La machine va utiliser plus du cinquième de la production annuelle mondiale de niobium-titane ; quant au niobium-étain, sa production […] a dû être multipliée par six pour répondre aux seuls besoins d'ITER. » [14]

Au total, ITER utilisera près de 450 tonnes de niobium. Et ce n'est qu'un réacteur expérimental : nous sommes loin d'une vraie filière qui consommera beaucoup plus de métaux. Que cela signifie-t-il concrètement ?

Bien que l'Organisation ITER n'ait pas été en mesure de nous indiquer l'origine de ses métaux, on sait que le niobium est le métal-chéri de Jair Bolsonaro, le président d'extrême droite du Brésil, qui le considère *« plus important que le pétrole »* [15]. De fait, 85 % du niobium extrait dans le monde provient de deux mines brésiliennes. Rodrigo de Castro Amédée Péret, mobilisé au sein de l'Action franciscaine pour l'écologie et la solidarité Dans l'État du Minas Gerais dénonçait en 2018 le fait que la Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM), principal producteur mondial :

> « contamine les eaux souterraines du bassin d'Araxá depuis au moins trente-six ans. À la suite d'une contamination des eaux au baryum, au chrome, au plomb, au vanadium et à l'uranium, de

---

[14] < https://www.iter.org/fr/mag/5/40 >

[15] Caio de Freitas Paes, "Niobium's silent impact in Brazil", 5 avril 2019, Dialogochino.net ; < https://dialogochino.net/en/authors/caio-de-freitas-paes/ >

nombreuses familles ont souffert de divers types de maladies, comme le cancer, les maladies rénales et cardiovasculaires. Environ 200 familles vivant dans la région ont dû quitter leur domicile après la découverte de la contamination. Par l'intermédiaire de l'Association des résidents de Barreiro, ces familles ont pu obtenir devant les tribunaux que le gouvernement de la ville fournisse de l'eau minérale aux résidents qui y vivent encore. » [16]

Pour répondre à la demande croissante en niobium [17], le président brésilien est en train de mettre en place une procédure d'exception permettant d'exploiter prochainement les gisements du bassin du Rio Negro, dans une réserve naturelle de la forêt amazonienne où vivent vingt-trois peuples autochtones, dont les Yanomami [18]. L'énergie de fusion « *100 % climat* » nécessite d'ores et déjà de détruire les territoires les plus préservés de la forêt amazonienne et d'en exproprier les derniers habitants.

Autre métal indispensable à la fusion nucléaire : le béryllium. Réfractaire, bon conducteur thermique et ultrarésistant, il servira à recouvrir les parois de la chambre à vide du tokamak d'ITER – surface qui sera la plus proche du plasma thermonucléaire. « *Le béryllium, ce n'est pas soutenable* », reconnaissait en 2019 **Alain Bécoulet**, physicien et ingénieur en chef d'ITER [19]. Et pour cause : ce métal figure sur la courte liste des éléments naturels les plus toxiques au monde, aux côtés de l'arsenic et du mercure. « *Le béryllium agit comme un poison cancérigène*, décrit dans un rapport de 2011 le Bureau des recherches géologiques et minières (BRGM), *et peut rester détectable dans l'urine jusqu'à dix ans après*

---

[16] Rodrigo de Castro Amédée Péret, "CBMM : 36 anos de contaminação em Araxá", 28 août 2018, Falachico.org ; < http://www.falachico.org/2018/08/cbmm-36-anos-de-contaminacao-em-araxa-mg_28.html >.

[17] La production a augmenté de 162,8 % entre 2005 et 2018. Principaux usages outre les supraconducteurs : renforcement des aciers des ponts, gazoducs et oléoducs, turbines de réacteurs d'avion ou de centrales électriques, fusées.

[18] "Niobium mining in Brazilian Amazon would cause significant forest loss : Study", Taran Volckhausen, Mongabay, 24 juillet 2020 ; < https://news.mongabay.com/2020/07/niobium-mining-in-brazilian-amazon-would-cause-significant-forest-loss-study/ >.

[19] "Fusion nucléaire : l'énergie à profusion", La méthode scientifique, *France Culture*, 12 juin 2019 ; < https://www.franceculture.fr/emissions/la-methode-scientifique/la-methode-scientifique-emission-du-mercredi-12-juin-2019 >.

l'exposition. » Même inhalé à des doses infimes, il provoque deux maladies graves, la bérylliose et le cancer du poumon [20].

Dans la majorité de ses usages, en électronique, on l'utilise à l'échelle du gramme ; la construction du réacteur d'ITER en consomme 12 tonnes ! Alors que la production mondiale de béryllium est estimée à plus de 300 tonnes par an, *« on envisage l'utilisation de plusieurs centaines de tonnes de ce métal »* pour les futurs tokamaks de fusion qui pourraient voir le jour après ITER, s'inquiète une équipe de scientifiques russes qui se demandent comment recycler ce béryllium une fois qu'il aura été irradié dans un tokamak [21].



Cette cuve est le premier équipement à prendre place dans le sous-sol du bâtiment tokamak d'ITER, en juin 2016.

Des produits et déchets radioactifs

[20] < https://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-60203-FR.pdf >

[21] B.N. Kolbasov, V.I. Khripunov, A.Yu. Biryukov, Institut Kurchatov (Moscou), *Proceedings of the 11th IEA International Workshop on beryllium technology*, Barcelone, 2013, p. 107.

L'extraction et le raffinage du béryllium posent déjà d'épineux problèmes du seul fait de son extrême toxicité. S'y ajoute le fait que la plupart des gisements contiennent également de l'uranium : on imagine la dangerosité des montagnes de résidus stockés à proximité des sites miniers. Le béryllium d'ITER sera extrait aux États-Unis, en Russie et en Chine. La principale mine chinoise, Koktokay n°3, dont l'existence n'a été rendue publique que récemment [22], est située dans le Xinjiang, la région autonome ouïghoure soumise par Pékin à d'incessantes violations des droits humains.

Le béryllium russe – et peut-être chinois – est raffiné dans l'usine métallurgique d'Ulba, à l'extrême est du Kazakhstan. Contrairement aux conditions d'extraction du béryllium en pays ouïghour, quelques données existent sur l'état sanitaire de la ville d'Ust-Kamenogorsk. Selon une équipe de chercheurs kazakhstanais, les rejets cumulés de ce bassin industriel ont abouti à une situation de « *crise environnementale* » : ils font état d'une « *incidence croissante des cancers* » et des « *maladies respiratoires* », notant que « *la quantité de composants hautement polluants tels que le béryllium* » présents dans l'air de la ville « *n'est pas mesurée* » [23].

Bombardée de neutrons, la couverture en béryllium du tokamak d'ITER va se désagréger rapidement – la durée de vie de ce métal dans un réacteur de fusion serait de cinq à dix ans [24]. Il faudra non seulement remplacer ses modules régulièrement, mais évacuer après chaque expérience les poussières de béryllium. Joëlle Elbez-Uzan, directrice de la sûreté à ITER pointe :

> « Ces poussières ont beaucoup de défauts. D'abord, c'est du béryllium. Ensuite, elles seront fortement irradiées. Enfin, elles sont pyrophoriques [explosives]. »

---

[22] Cette mine secrète a servi pendant plusieurs décennies à alimenter en béryllium la production d'armes atomiques soviétique, puis chinoise. < https://news.cgtn.com/news/2020-09-06/Discovering-Local-Treasures-Excavating-beryllium-in-Xinjiang-Tzr1DBnOjC/index.html >

[23] T. Alimbaev, B. Omarova, B. Abzhapparova, K. Ilyassova, K. Yermagambetova, Z. Mazhitova, "Environment of East Kazakhstan : state and main directions of optimization", 2020 ; < https://www.researchgate.net/publication/342527493_Environment_of_East_Kazakhstan_state_and_main_directions_of_optimization >.

[24] Cf. *Proceedings of the 11th IEA International Workshop on beryllium technology*, *art. cit.*, p. 104-109.

Tout un système de filtration est prévu dans la ventilation des installations pour éviter leur propagation.

> « Elles seront évacuées par des aspirateurs géants entièrement automatiques, chauffées dans un four puis fixées dans des matrices en ciment dont on étudie la composition pour éviter les explosions. On les mettra ensuite dans des fûts étanches pour les stocker avec les autres déchets radioactifs. »

Des déchets radioactifs ? L'une des promesses de la fusion nucléaire n'est-elle pas, justement, de ne pas en créer ? Alain Bécoulet sur *France Culture*, affirmait en 2020 :

> « L'un des gros avantages de cette filière nucléaire, c'est qu'on ne promène pas de produits radioactifs ni à l'entrée ni à la sortie. » [25]

Reprenons ces arguments. Pas de produits radioactifs en entrée ? Cela n'est valable qu'à l'état de pari sur l'avenir. La réaction prévue à ITER nécessite du tritium radioactif, il proviendra des réacteurs de fission nucléaire à eau lourde du Canada qui en produisent.

Un jour peut-être, ce ne sera plus nécessaire, si la couverture de la chambre à vide en béryllium permet de produire du tritium au sein même du tokamak, à partir de lithium soumis aux neutrons. Mais l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) considère :

> « cet objectif, qui est une condition sine qua non de l'exploitation industrielle des réacteurs à fusion de type tokamak pour la production d'électricité, est difficile à obtenir. » [26]

Pas de produits radioactifs à la sortie ? C'est manifestement faux. **Michel Claessens**, ancien directeur de la communication d'ITER, dans son livre *ITER, étoile de la science*, analyse :

> « Lors d'une expérience de fusion, à peine 2 % du tritium sera consommé, les 98 % restants se répandront dans les conduites et les matériaux. On ne peut donc éviter la contamination de l'eau de refroidissement par du tritium. » [27]

Il faudra constamment récupérer le tritium absorbé par les parois pour essayer de le réinjecter dans le réacteur, et séparer le

---

[25] < https://www.franceculture.fr/emissions/la-methode-scientifique/voyage-au-centre-diter >

[26] *« Réacteurs nucléaires de fusion. Considérations sur les questions de sûreté »*, IRSN, 2017, p. 45.

[27] Michel Claessens, *ITER, étoile de la science*, éd. du Menhir, 2018, p. 198.

reste de ce tritium de l'eau de refroidissement pour le fixer dans des matrices, comme le béryllium, avant de le stocker. Plus encore, il faut garder à l'esprit que l'ensemble du gigantesque tokamak de 23 000 tonnes (trois fois le poids de la tour Eiffel), irradié tout au long des expériences, deviendra lui-même un monceau de déchets nucléaires. Autant de métaux qu'il sera presque impossible de recycler.

En réalité, l'Organisation ITER a toujours – discrètement – précisé que le réacteur générerait bel et bien des déchets radioactifs, mais « *pas de déchets de haute activité à vie longue* » – ceux que l'Andra envisage d'entreposer à 500 mètres sous terre dans un autre mégaprojet contesté, Cigéo à Bure dans la Meuse, pour plusieurs dizaines de milliers d'années. On aurait a minima 40 000 tonnes de déchets à stocker pour 50 ans, dont le béryllium irradié devenu, du fait de sa teneur en uranium, déchet de moyenne activité à vie longue [28]. **Daniel Jassby**, physicien émérite en fusion nucléaire de l'université de Princeton résume :

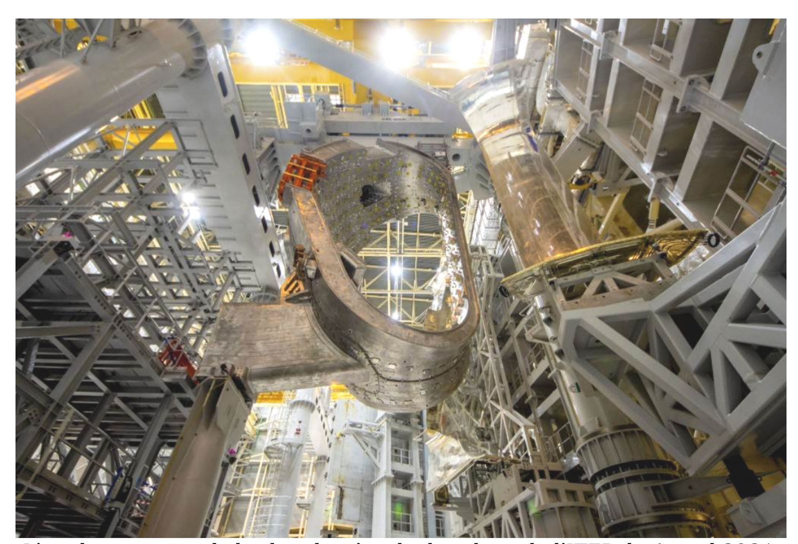
> « Dans les réacteurs de fusion, le niveau de radioactivité par kilo de déchet devrait être inférieur à celui des réacteurs de fission, mais leur volume et leur masse devraient être supérieurs. » [29]

Joëlle Elbez-Uzan reconnaît : « *À ce stade, on ne peut pas dire que la fusion est une énergie propre et sans déchets. Mais l'objectif est prometteur* ». Face à l'empreinte carbone considérablement élevée d'ITER, Daniel Jassby se demande au contraire : « *comment cette énergie dépensée pourrait être finalement compensée par le succès du réacteur* » et estime que « *ce ne sera évidemment pas le cas* ».

---

[28] M. Claessens, *op. cit.*, p. 199. *Proceedings of the 11th IEA International Workshop on beryllium technology*, *art. cit.*, p. 104-109.

[29] *Bulletin of atomic scientists*, 14 février 2018. Voir aussi L. El-Guebaly, V. Massaut, K. Tobita, L. Cadwallader "Goals, challenges and successes of managing fusion-activated materials", *Fusion Engineering and Design*, Volume 83, Issues 7-9, décembre 2008, p. 928-935;
< https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0920379608001087#! >.



L’un des secteurs de la chambre à vide du tokamak d’ITER, le 6 avril 2021.

III. Le gouffre d'ITER ne décourage pas les projets de fusion thermonucléaire

Incendie, risque sismique, étanchéité des composants… Plusieurs dangers pourraient solder le projet ITER par un échec. L'avenir de la fusion nucléaire en serait quand même protégé, tant les États et les magnats de l'industrie de la tech ou de l'énergie financent des recherches et des projets.

Vantant lors du lancement de l'assemblage d'ITER, à Saint-Paul-lez-Durance (Bouches-du-Rhône) le 28 juillet 2020, la perspective d'une « *énergie non polluante, décarbonée, sûre et pratiquement sans déchets* », Emmanuel Macron a résumé ainsi la construction du plus grand réacteur de fusion nucléaire de tous les temps :

> « ITER, c'est précisément un acte de confiance en l'avenir. »

C'est le même type de discours qu'a entendu la journaliste Isabelle Bourboulon, qui vit près de Manosque, au cours de son enquête sur ITER parue en 2020 :

> « Mes interlocuteurs disaient "ITER, j'y crois", comme si c'était un acte de foi. » [30]

Effectivement, les promesses de ce réacteur relèvent aujourd'hui de la croyance. Aucun réacteur de fusion n'a à ce jour produit le moindre kilowatt-heure (kWh) d'électricité, et dans le meilleur des cas, si l'expérience menée à ITER fonctionnait, la puissance obtenue resterait équivalente à celle qu'auraient nécessité les installations du réacteur. Mais d'autres paramètres rendent cette expérience particulièrement hasardeuse.

Tout d'abord, il est très difficile de prévoir comment se comportera ce plasma en régime de fusion nucléaire à plus de 150 millions de degrés Celsius (la température du centre du soleil est de

---

[30] Isabelle Bourboulon, *Soleil trompeur*, éd. Les petits matins, 2020.

15 millions de degrés). Dans ce « *quatrième état* » [31], la matière est sujette à des turbulences qui, malgré de nombreuses recherches, restent imprévisibles. Dès le premier tir de plasma, le tokamak – cette enceinte de 23 000 tonnes dont l'étanchéité doit être absolue et qui a nécessité l'assemblage de 1 million de composants « *au millimètre près* » – pourrait être perforé par les 15 millions d'ampères qu'il faut faire circuler dans la chambre à vide pour confiner le plasma.

Dans une récente vidéo Peter Rindt, chercheur en fusion à l'université de technologie d'Eindhoven (Pays-Bas) et chargé de la conception du futur prototype de réacteur Demo, qui serait construit vers 2050 explique :

> « Le divertor [l'un des composants critiques d'ITER, sorte de cendrier de 540 tonnes en tungstène chargé d'évacuer la chaleur] pourrait fondre. Et si le plasma est déstabilisé, il peut être détruit en une milliseconde, soit un investissement à l'échelle du milliard de dollars fichu en l'air. » [32]

Chacune de ces avaries nécessiterait de revoir toute l'étanchéité de l'édifice. Mais la radioactivité y sera telle qu'aucun humain ne pourra intervenir, et il faudra remplacer les pièces et colmater les fuites de façon entièrement robotisée.

ITER étant situé sur la faille sismique de la Moyenne Durance [33], l'État français, déterminé à emporter la candidature de la construction du réacteur sur son sol, a financé des dispositifs parasismiques de grande envergure pour protéger l'immense réacteur. Selon les études menées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) :

---

[31] L'état plasma est un état de la matière, tout comme l'état solide, l'état liquide ou l'état gazeux, bien qu'il n'y ait pas de transition brusque pour passer d'un de ces états au plasma ou réciproquement. Ce quatrième état de la matière se manifeste lorsque, à force d'être choqués, projetés à une vitesse de plus en plus grande les uns sur les autres, les électrons quittent l'orbite qui les maintenait prisonniers autour du noyau de l'atome, précisent Jean Jacquinot et Robert Arnoux dans *ITER : le chemin des étoiles ?*, p. 30. Le soleil et les étoiles sont des plasmas, et sur Terre, l'état de plasma se manifeste dans les tubes à néon, l'éclair et l'aurore boréale.

[32] Peter Rindt, "The potential of 3D-printed liquid-metal heat shields for fusion reactors", avril 2021 ; < https://www.youtube.com/watch?v=-OJp-hpX5-c&t=816s >

[33] Comité local d'information, Dossier "Le risque sismique à Cadarache", 2010.

> « la quantité d'armatures métalliques dans le béton armé est telle que les bâtiments qui se déformeraient légèrement pendant le séisme reprendraient leur position initiale dès la fin du séisme. La fonction de confinement serait toujours assurée. » [34]

Pourtant, on imagine difficilement qu'une machine aussi précise puisse être secouée et venir se rétablir impeccablement au millimètre près. Elle pourrait devenir inutilisable pendant des années, et les dégâts se chiffreraient là aussi en dizaines de milliards d'euros.



Durant la construction du futur réacteur, en avril 2020.

« Le principal danger, ici, c'est le feu »

Dans la cantine d'ITER, à l'heure du déjeuner, on commente :

> « On nous parle de protections contre les séismes ou une chute d'avion sur le réacteur, mais le principal danger, ici, c'est le feu. »

Comme le site nucléaire voisin, le CEA-Cadarache, ITER se trouve au milieu d'une forêt de pins et de chênes aux confins des Bouches-du-Rhône, du Var, des Alpes-de-Haute-Provence et du Vaucluse,

[34] *« ITER en Provence »*, Commission nationale du débat public, Cahier 2, 2006, p.48.

dans la région de France (Provence-Alpes-Côte d'Azur) la plus menacée par les incendies. En 2017, des feux ravageurs avaient atteint l'autoroute A51, qui dessert ITER. Qu'en sera-t-il en 2035, une fois la machine assemblée, sa stabilité et son étanchéité testées ?

Joëlle Elbez-Uzan, directrice de la sûreté à ITER répond :

> « Une bande de végétation de 50 m de large a été défrichée pour protéger le site. En imaginant qu'un incendie se propage jusqu'au tokamak, il mettrait bien deux heures à s'attaquer à ses murs, dont l'épaisseur minimale est de 60 cm. »

Le danger est réel, et, dans la perspective des mégafeux à venir, la dispersion de tritium et de poussières de béryllium radioactives ne peut être exclue ni la nécessité d'une évacuation de la population [35].

Tous ces aléas invitent à se demander si cette installation de plus de 40 milliards d'euros est assurée. L'Organisation ITER répond :

> « Tout ce que nous pouvons dire, c'est que des polices d'assurance standard pour la couverture des risques de construction et la responsabilité civile ont été souscrites. »

Mais auprès de qui ? Une compagnie privée n'endosserait pas un tel risque. L'Organisation ITER, entièrement financée par des fonds publics, refuse d'en dire plus.

Dernier détail : il est probable qu'en 2035, ITER ne puisse pas fonctionner pendant une partie de l'année. Pour dissiper l'énorme chaleur produite par les réactions thermonucléaires, la Société du canal de Provence fournira à ITER annuellement entre 1,7 et 3 millions de mètres cubes d'eau, prélevés dans le barrage de Sainte-Croix, dans le Verdon, selon une source interne sous couvert d'anonymat – l'équivalent de la consommation annuelle de 14 000 à 25 000 foyers, et les deux tiers de cette eau de refroidissement seront évaporés [36].

En 2006, à l'époque du débat public sur ITER, les prélèvements annoncés étaient de « *1 million de mètres cubes d'eau par an* », soit

---

[35] *Proceedings of the 11th IEA International Workshop on beryllium technology*, art. cit., p. 108.

[36] *« ITER en Provence »*, Commission nationale du débat public, Cahier 1, 2006, p.23.

deux à trois fois moins[37]. En théorie, les arrêtés sécheresse préfectoraux devraient contraindre ITER, comme tout établissement industriel, à réduire ses prélèvements, et donc à cesser ses expériences dans le tokamak pendant ces périodes. En 2035, on peut imaginer que, du fait du changement climatique, ces arrêtés seront fréquents. À moins qu'un dispositif exceptionnel n'autorise le site à refroidir des plasmas thermonucléaires expérimentaux aux moments où les particuliers n'auront plus le droit d'arroser leur jardin.

ITER relance les travaux sur la fusion

Colosse aux pieds d'argile, le programme ITER pourrait donc se solder par un gigantesque gâchis, tout aléa se traduisant par des avaries et des coûts proportionnels à la taille de la machine. Mais paradoxalement, même si ITER s'avérait un fiasco, cela n'aurait peut-être pas d'incidence sur l'avenir de la fusion nucléaire. Laban Coblentz, directeur de la communication explique :

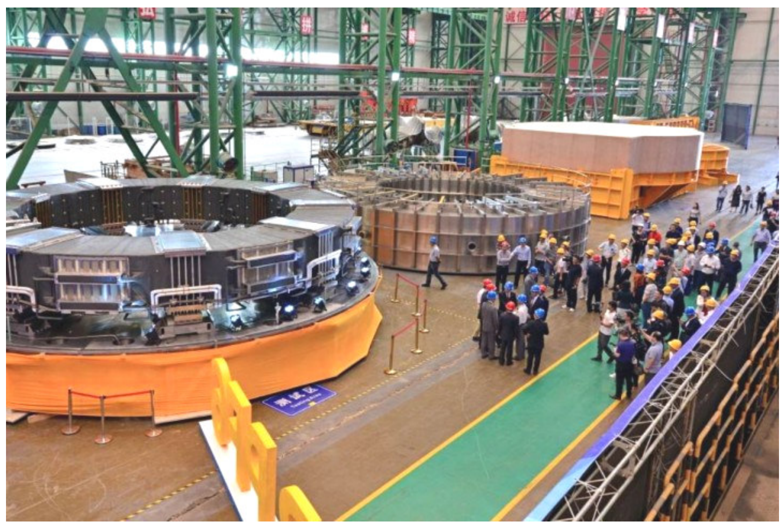
> « L'enjeu d'ITER n'est pas seulement de produire le premier plasma de fusion nucléaire autoentretenu. C'est de construire le savoir-faire et les capacités industrielles de la fusion dans le monde entier. »

Dans les trente-cinq pays membres de l'Organisation ITER, des équipes de chercheurs planchent depuis près de vingt ans sur tous les aspects de la fusion nucléaire, des turbulences du plasma à la conception d'alliages ultra-résistants. Pour produire tous les composants hors normes du réacteur, les dizaines de groupes industriels qui ont remporté les appels d'offres – Air Liquide, Veolia, Vinci, Dassault, Engie, Mitsubishi, Hyundai, etc. – ont investi pendant des années dans des prototypes, des procédés et des capacités de production. Ils vont chercher à les rentabiliser en soutenant la création d'une filière de réacteurs commerciaux. *L'Usine Nouvelle* relève :

[37] *Compte rendu du débat public ITER en Provence*, Commission nationale du débat public, 2006, p. 43.

> « Qu'ITER soit le premier à réaliser la fusion ou pas, tout le monde s'accorde à dire que c'est la construction de ce réacteur, longtemps jugée impossible, qui a relancé les travaux sur la fusion. » [38]

Car non seulement la production des composants d'ITER a ouvert des filières industrielles, mais le projet donne lieu à d'innombrables publications scientifiques sur les multiples facettes de la fusion thermonucléaire auxquelles les trente-cinq pays membres d'ITER ont accès.



Une bobine poloïdale de 400 tonnes fabriquée par l'institut chinois ASIPP pour ITER, ici le 20 septembre 2019.

Promesses et financements

De ce fait, s'appuyant sur les travaux menés dans la recherche publique depuis des années, l'économie des *start-up* s'est emparée depuis le début des années 2010 du défi de la fusion et se livre une véritable course, sur le modèle de la conquête spatiale façon Elon Musk. Financée par Morgan Stanley, Alphabet (Google) et Paul

---

[38] « La course à la fusion nucléaire », *Usine Nouvelle*, 11 février 2016 ; < https://www.usinenouvelle.com/article/la-course-a-la-fusion-nucleaire.N378725 >

Allen, cofondateur de Microsoft, la société étasunienne Tri Alpha Energy a levé 750 millions de dollars en promettant aux financiers qu'elle serait capable d'atteindre 300 millions de degrés Celsius par collision de deux plasmas thermonucléaires et de se passer un jour de tritium en faisant réagir des protons avec du bore.

Avec l'argent de Jeff Bezos (Amazon), l'entreprise canadienne General Fusion développe un réacteur à mi-chemin entre la fusion magnétique et la fusion inertielle [39] équipé d'une paroi de métal liquide (lithium-plomb) pour convertir la chaleur. Commonwealth Fusion Systems, issue d'une équipe de l'Institut de technologie du Massachusetts et soutenue par Bill Gates, a levé 200 millions de dollars pour créer un réacteur à tokamak qu'elle promet plus compact qu'ITER grâce à 500 kilomètres d'aimants supraconducteurs en terres rares (yttrium-baryum).

Sur les 119 installations expérimentales de fusion construites ou en projet dans le monde, 22 sont désormais privées [40]. En mai 2021, ces entreprises souvent issues de laboratoires universitaires avaient levé un total de 2 milliards de dollars [41]. Les magnats de l'industrie de la tech et les fonds de capital-risque ne sont pas les seuls à les financer : on y trouve aussi des compagnies pétrolières et gazières. Les pétroliers Chevron, Eni et Equinor ont ainsi investi dans la Commonwealth Fusion Systems. Dans le conseil d'administration de Zap Energy, qui perfectionne la Z Machine au Nouveau-Mexique – un générateur de rayons X pulsés capable d'atteindre plusieurs milliards de degrés Celsius, « *des ex-dirigeants des industries fossiles côtoient des experts en recherche nucléaire et en physique des plasmas* », indique *Green Tech Media* [42]. Les entreprises pétrolières s'assurent ainsi, au cas où la fusion

---

[39] La fusion inertielle consiste, au lieu de confiner un plasma dans un champ magnétique, à le comprimer dans des *« microbilles »* grâce à des impulsions d'énergie très brèves et très intenses (comme au laboratoire Laser Mégajoule à Bordeaux). La technique est très proche de celle des armes nucléaires et entraîne des risques de prolifération.

[40] Bulletin de l'AIEA, mai 2021, p. 22 ;
< https://reporterre.net/IMG/pdf/fusionenergyaiea2021_1_.pdf >.

[41] *Ibidem*, p. 24.

[42] Jason Deign, "Why Are Oil and Gas Companies Investing in Nuclear Fusion?", 18 septembre 2020 ;
< https://www.greentechmedia.com/articles/read/why-are-oil-and-gas-companies-investing-in-nuclear-fusion >

nucléaire produirait un jour de l'électricité, de pouvoir continuer à dominer le marché de l'énergie.

Au fond, le rôle du programme ITER tient de la prophétie auto-réalisatrice. Les effets d'annonce sur la production d'énergie colossale que les physiciens des plasmas ont fait miroiter aux dirigeants politiques pour obtenir le financement de ces réacteurs gigantesques sont aujourd'hui recyclés pour convaincre les fonds d'investissement et augmenter la valorisation des jeunes pousses (*start-up*). Une filière de fusion nucléaire se met en place, avec la promesse de fournir de l'énergie décarbonée dans quelques décennies. Sans aucune garantie de succès. Mais elle engloutit déjà des quantités énormes de métaux et d'énergie, qui ne peuvent qu'accélérer le réchauffement climatique et l'intoxication des milieux.

Celia Izoard (Reporterre)



Transformateurs électriques sur le site d'ITER.

Enquête publiée en 3 parties sur le site *Reporterre* en juin 2021.
https://reporterre.net/ITER-les-promesses-polluantes-de-la-fusion-nucleaire-l-enquete-de-Reporterre

IV. Stress, peur, pression : le difficile quotidien des salariés du réacteur nucléaire ITER

2 mars 2022

Des anciens employés d'ITER et syndicalistes alertent sur la « gestion par la peur » et le « management toxique » de l'organisation. Selon leurs témoignages, celle-ci n'hésite pas à recourir aux pressions et licenciements pour dissimuler les dangereux défauts du réacteur expérimental.

En construction à Cadarache dans les Bouches-du-Rhône depuis 2006, le réacteur expérimental ITER devait être la vitrine mondiale de la technologie de fusion nucléaire. Projet de coopération scientifique réunissant trente-cinq pays, il devait démontrer que l'on pouvait produire une source d'énergie *« illimitée et inépuisable »* avec seulement quelques kilos de tritium radioactif et presque aucun déchet. Mais le coût de ce chantier pharaonique est passé de 5 milliards à plus de 40 milliards d'euros, il a accumulé dix ans de retard et le projet s'avère plus bien plus risqué que prévu. Des lanceurs d'alerte ont averti la Commission européenne, qui finance ITER pour près de moitié via Euratom, et l'Office européen de la lutte anti-fraude sur le fait qu'ITER se poursuit depuis des années au détriment de la santé du personnel et de la sûreté.

« *L'Organisation ITER a instauré une gestion par la peur* », a déclaré ce lundi 28 février Michel Claessens, directeur de la communication de 2011 à 2015 et *ITER policy officer* à la Commission européenne de 2016 à 2021.

> « Mes collègues subissent un stress insupportable, une peur omniprésente, la peur de parler. Il y a dans ce projet de pointe une omerta scientifique. Elle conduit à des dérives inacceptables concernant le personnel et la radioprotection. »

Il était entendu lors d'une réunion exceptionnelle consacrée au projet ITER par la Commission de contrôle budgétaire du

Parlement européen. Bernard Bigot, directeur de l'Organisation d'ITER, a annulé sa participation à la réunion au Parlement européen, expliquant dans un message qu'« *il ne souhaitait pas s'exprimer en présence de Michel Claessens* ». Cette rencontre a été organisée suite au rapport accablant de cet ancien directeur de la communication, spécialiste de la fusion, et au suicide en mai 2021 d'un ingénieur italien de 38 ans au sein de l'agence Fusion 4 Energy de Barcelone, qui coordonne le projet ITER au niveau européen.

Dans la lettre qu'il a laissée, l'employé expliquait son geste par un « *effondrement professionnel* » lié au fait d'avoir été « *traité en bouc émissaire et humilié au dernier degré* ». Un premier audit, dont les conclusions mettaient en doute le lien entre ce suicide et les conditions de travail, a provoqué une grève du personnel de Fusion 4 Energy à Barcelone en novembre dernier.

Une tentative de suicide et deux décès par crise cardiaque sont survenus à la même période sur le site ITER de Cadarache. Pour Cristiano Sebastiani, président du syndicat de la fonction publique européenne Renouveau et Démocratie, qui s'est exprimé au Parlement européen ce lundi, « *c'est le résultat de plusieurs années de management toxique* ». « *Si personne ne peut exprimer la moindre critique*, commente le syndicaliste pour *Reporterre*, *l'institution se prive d'un dispositif d'alerte indispensable*. »

Cette condition paraît d'autant plus cruciale que l'expérimentation prévue à ITER consistera, dans un bâtiment réacteur de 440 000 tonnes (40 fois la tour Eiffel), à tenter de « *domestiquer l'énergie de la bombe H* » [43]. Il s'agit de déclencher une réaction de fusion thermonucléaire en chauffant des atomes à une température approchant les 200 millions de degrés (dix fois la température du centre du soleil) et de confiner ce plasma instable dans le réacteur au moyen de champs électromagnétiques très puissants. Des neutrons irradieront la surface de la chambre à vide du gigantesque réacteur, dont il faudra garantir l'étanchéité tout en traitant les déchets radioactifs issus de la réaction et du refroidissement.

Or selon Michel Claessens, « *le "bioshield" de trois mètres d'épaisseur qui entoure le tokamak et protège les travailleurs ainsi*

---

[43] « Fusion nucléaire : l'énergie à profusion », émission La méthode scientifique, *France Culture*, 12 juin 2019.

que l'environnement, à cause d'erreurs dans la conception et la construction des murs » offrira une protection « *de 30 % inférieure à celle projetée* ». Il a informé l'Union européenne que « *le responsable de l'assemblage [du réacteur] a démissionné parce qu'on lui imposait de faire de faux témoignages* » et que « *trois personnes ont été licenciées pour avoir refusé d'installer sans les tester des pièces qui présentaient un risque mortel pour le personnel de maintenance* ».

On apprend aussi qu'une directrice de la sécurité du site de Cadarache a été licenciée sans préavis dès la parution d'un article de *Reporterre* où elle reconnaissait la dangerosité de certaines poussières radioactives qui seraient émises lors de la réaction et remettait en cause la fusion comme « *énergie propre et sans déchets* ». Selon Michel Claessens, elle a découvert son sort « *en consultant distraitement la liste mensuelle des collègues en partance de l'Organisation* ».

L'un des principaux risques d'ITER est lié à la nature du matériau qui recouvrira la paroi interne du réacteur : le béryllium, un métal ultrarésistant au point de fusion très élevé. Aussi toxique que l'arsenic, le mercure ou l'amiante, il peut provoquer des maladies pulmonaires incurables et des cancers du poumon, même dans des quantités infimes. Or le réacteur d'ITER nécessitera 12 tonnes de béryllium pur, soit une concentration inédite sur la planète, et il faudra régulièrement traiter ce matériau effrité et irradié à la sortie du réacteur.

C'est pour limiter l'exposition des salariés et du public que Kathryn Creek, toxicologue étasunienne experte du béryllium, après avoir conseillé pendant 25 ans les laboratoires de physique atomique de Los Alamos a rejoint l'Organisation ITER en 2018. Contactée par *Reporterre*, elle raconte :

> « En février 2020, juste avant une réunion d'évaluation de la sécurité, j'ai été emmenée dans un bureau face à trois ingénieurs et deux dirigeants qui ont tenté de m'obliger à modifier mon exposé pour dissimuler les graves problèmes de sécurité de la conception du bâtiment des cellules chaudes [où seront traités les matériaux irradiés] que je dénonçais. J'ai refusé d'obtempérer et ai démissionné le lendemain. »

Kathryn Creek estime qu'une fois l'expérimentation commencée, un millier de travailleurs pourraient être exposés à ces poussières hautement toxiques. Selon elle, du fait de la conception même des

installations, ITER ne pourra pas gérer dans un seul bâtiment le tritium radioactif et les poussières de béryllium.

> « L'Organisation a choisi de recouvrir de béryllium la paroi de la chambre à vide du réacteur en se souciant uniquement des performances du matériau et pas de la santé. Elle n'aurait jamais dû prendre un tel risque et doit renoncer à l'utiliser. Je ne suis pas la seule à avoir démissionné pour cette raison. »

Michel Claessens considère que « *la haute direction actuelle d'ITER méprise l'éthique scientifique* » et a demandé au Parlement européen un « *audit indépendant sur l'ensemble du projet* ». De son côté, l'Autorité de sûreté nucléaire, lors d'une inspection réalisée en juillet 2021, a constaté que le certificat d'une soudure non-conforme a été falsifié et enquêté sur « *la découverte de falsification de certificats de qualifications de soudeurs* ».

Elle décrit de grandes difficultés à obtenir les documents demandés par les inspecteurs et rappelle l'organisation à ses obligations en matière de transparence. Fin janvier, le journaliste étasunien Steven Krivit a révélé que l'assemblage du réacteur était, en fait, interrompu : l'ASN n'autorise pas la direction d'ITER à poursuivre l'assemblage du réacteur avant « *une revue de conception approfondie* » qui « *gagnerait à intégrer des contributions extérieures* » [44]. L'ASN juge que « *la maîtrise de la limitation de l'exposition aux rayonnements ionisants, enjeu majeur pour une installation de fusion nucléaire* », n'est pas démontrée.

Celia Izoard (Reporterre)

Article publié sur le site *Reporterre* le 2 mars 2022.
https://reporterre.net/Stress-peur-pression-le-difficile-quotidien-des-salaries-du-reacteur-nucleaire-ITER

[44] Steven Krivit y consacre plusieurs articles dans le *New Energy Times* où il publie également une lettre rassurante du PDG d'ITER adressée aux employés à ce sujet.

Iter, un réacteur expérimental à la com'

BREF RAPPEL : le nucléaire, aujourd'hui, c'est la fission. On casse des atomes, il en sort une énergie maousse. Mais, demain, ce sera la fusion : on fait fusionner des atomes, et du plasma qui en résulte sortira une énergie encore plus maousse. Comme à l'intérieur du Soleil (en gros) ! Tel est l'objectif d'Iter : *« mettre le Soleil en boîte »*. Dès lors, l'humanité connaîtra des lendemains énergétiques qui chantent…

Reste à réussir l'opération. Elle est tellement complexe, tellement coûteuse que les 27 pays européens se sont cotisés pour tenter l'expérience (et, en prime, six autres ont pris un ticket pour voir). C'est la France qui accueille, à Saint-Paul-lez-Durance (Bouches-du-Rhône), ce qui sera le plus grand réacteur expérimental de fusion nucléaire du monde. Il faudra ensuite passer au stade industriel, ce qui est une autre histoire…

La fusion mène à la confusion

Ambition qui fait ricaner non seulement les écolos et les antinucléaires, mais nombre de scientifiques, et pas des moindres : les deux Prix Nobel Georges Charpak et Pierre-Gilles de Gennes, les physiciens Jacques Treiner et Sébastien Balibar, le spécialiste des plasmas Thiéry Pierre, etc. En résumé : pour eux, Iter est *« hors de prix et inutilisable »*, et ne débouchera sur rien. Face à pareil bombardement critique, Iter Organization, qui pilote le pharaonique chantier commencé voilà onze ans, bétonne sa com'. Et Michel Claessens en a fait les frais.

Docteur ès sciences, longtemps journaliste scientifique, auteur d'un livre critique sur la technique (1) mais pronucléaire, Michel Claessens, 63 ans aujourd'hui, est nommé, en 2011, directeur de la communication et des relations extérieures d'Iter Organization. Après quatre années à ce poste, il est muté à Barcelone (où Iter dispose d'une antenne) puis se retrouve *« placardisé »* jusqu'à sa retraite, prise en août dernier. Son grand tort ? Avoir essayé de jouer la transparence. Notamment sur trois points : le coût, l'approvisionnement en matières premières et le bilan énergétique.

Le coût ? Le montant *« le plus réaliste »* tournerait officiellement autour de 20 milliards d'euros. *« Faux,* rétorque Claessens. *Cette somme, qui est en fait de 18,1 milliards d'euros, correspond au montant de la contribution de l'Europe à la construction. Comme on sait qu'elle y participe à hauteur de 45,6 % (les six autres pays, Chine, Corée du Sud, Inde, Japon, Russie et USA, apportant 9,1 % de participation en cash et en nature), une simple règle de trois établit le montant total de la construction : 39,7 milliards. »* Et dire qu'en 2005, lors du lancement d'Iter, la facture annoncée était de 5 milliards…

Et cette affirmation selon laquelle Iter disposera d'un combustible *« inépuisable »* ? L'ancien porte-parole de l'organisation s'étrangle : *« Rien sur terre n'est inépuisable. Surtout pas le tritium radioactif, qui entre dans la composition du plasma. Même s'il n'en faut que quelques grammes, les réserves civiles actuelles de tritium au niveau mondial ne dépassent pas les 50 kilos. »* Autrement dit, *« une énergie inépuisable »* quasi épuisée…

Et cette fameuse production d'énergie inépuisable ? *« Pendant des années, on a affirmé que le réacteur allait générer dix fois la puissance consommée. C'est totalement faux. Grâce à un patient travail d'enquête, le journaliste américain Steven B. Krivit a montré qu'Iter* [allait] *consommer autant d'énergie que celle qu'il est censé produire. »* Réplique d'Iter Organization : *« Il est évident que l'ensemble des systèmes de l'installation Iter consommera plus d'énergie que le plasma n'en produira. »* Que lors de la phase actuelle Iter consomme plus d'énergie qu'il n'en produit, rien de grave. Mais, s'il en fait autant lors du passage à la production industrielle, le projet devient complètement absurde ! Michel Claessens : *« C'est "la" grande question. On sait maintenant que ce bilan énergétique sera proche de zéro. »* Aïe !

Des années d'attente pour 400 s

Quand pourra-t-on juger sur pièces ? Il était prévu qu'en 2016 Iter réussisse sa première fusion, donc son premier plasma (il s'agit de faire monter des atomes de gaz de tritium et de deutérium à la respectable température de 150 millions de degrés pendant 400 secondes). Objectif reporté à 2025. Mais l'organisation prévient que ce calendrier *« devra être repoussé »* pour cause de pandémie. D'un an ou deux ? Michel Claessens est persuadé que *« rien ne sera prêt avant 2030 »*.

Toutes ces critiques venant d'un ancien de la maison, c'est embêtant, non ? *« Nous n'avons pas à commenter le comportement d'un ancien employé d'Iter Organization, ni les raisons pour lesquelles il a été mis fin à ses fonctions. Nous ne cautionnons ni ses publications ni ses interventions publiques »*, est-il répondu sèchement.

Professeur Canardeau

● (1) « La Technique contre la démocratie » (Seuil, 1998).

Le Canard Enchaîné du 27 octobre 2021

Chris Mowry : La fusion, vaccin contre le changement climatique ?

18 novembre 2021

Dans un article à la gloire de la fusion nucléaire publié dans le magazine *Pour la Science* n°534 d'avril 2022 [45], on peut en conclusion lire ceci :

> Non seulement l'industrie privée de la fusion s'appuie sur des années d'investissements publics dans des projets tels qu'ITER [réacteur expérimental en construction en Provence ; coût 44 milliards d'euros], mais elle bénéficie également de l'intérêt des gouvernements - c'est pourquoi le gouvernement britannique et le ministère américain de l'Énergie investissent également dans des entreprises comme Tokamak Energy, Commonwealth Fusion Systems et General Fusion. Chris Mowry [directeur général de General Fusion] pense que ces partenariats entre public et privé sont la voie à suivre – comme ils l'ont été pour les vaccins contre le Covid-19. Et, comme les vaccins, la fusion sera nécessaire dans le monde entier, d'autant plus que la consommation d'énergie va augmenter dans les pays à faible revenu. La mise au point des vaccins contre le Covid-19 a montré «ce que l'on peut réaliser si l'on dispose des ressources nécessaires, déclare Melanie Windridge [physicienne et communicatrice scientifique des plasmas britannique]. Si nous avions ce genre de mobilisation dans le domaine de l'énergie, ce qu'on pourrait réaliser serait incroyable ». Le monde a désespérément besoin de davantage de sources d'énergie propres et décarbonées. « C'est un défi existentiel, déclare Chris Mowry. La fusion est le vaccin contre le changement climatique. »

Traduit en *bon français*, cela veut dire que selon ses promoteurs la fusion nucléaire nous protègera (peut-être) des formes graves du changement climatique, mais n'empêchera pas la circulation du

---

[45] Cet article de *Pour la Science* est une traduction française d'un article du journaliste scientifique britannique Philip Ball, "The chase for fusion energy", publié le 18 novembre 2021 dans la revue scientifique internationale *Nature*.
<https://www.nature.com/immersive/d41586-021-03401-w/index.html>

virus du capitalisme industriel dont la voracité énergétique est, entre autres dégradations, à l'origine du changement climatique.

Au contraire, la fusion nucléaire risque même d'aggraver la destruction de la nature et de la société en fournissant l'énergie nécessaire à leur exploitation la plus totale.

> Si [le réacteur expérimental] ITER réalise la fusion nucléaire, qui maîtrisera l'énergie considérable qu'il produira ? Ce ne sera bien évidement pas vous et moi, mais avant tout les États et les industriels qui ont investi des dizaines de milliards d'euros dans ce projet. Et que feront-ils de l'énergie illimitée dont ils disposeront alors ? Peut-on croire un seul instant que lorsqu'il n'y aura plus rien pour les entraver, ils seront plus raisonnables et précautionneux dans son usage qu'ils ne l'ont été jusqu'à présent ? On les voit déjà devant les problèmes liés aux nuisances et pollutions nucléaires ou chimiques, devant le changement climatique, face à l'épuisement annoncé des énergies fossiles : le déni et la fuite en avant pour toute réponse. […]
>
> Si les États et les grands groupes industriels disposaient enfin d'une énergie illimitée, ils s'en serviraient de la même manière qu'ils l'ont fait ces cinquante dernières années : la logique d'accumulation abstraite de la puissance qui est propre à ces organisations démesurées prendrait un nouvel essor ; toutes les tendances destructrices que l'on a vu à l'œuvre depuis les débuts de l'ère nucléaire seraient portées à leur paroxysme. Ces grands appareils seraient alors *totalement autonomes* des puissances – la nature et la société – qui limitaient jusqu'alors tant bien que mal (et de fait de plus en plus mal) leur ambition et leur prétention à détenir la toute-puissance. Plus aucune contrainte ne viendrait limiter leur capacité à transformer le monde, c'est-à-dire à exploiter la nature et à dominer les humains pour leur profit. ITER serait alors réellement la fabrique du capitalisme et de l'État sous leur forme absolue, c'est-à-dire intégralement totalitaire.
>
> Bertrand Louart, *ITER ou la Fabrique d'Absolu*, 2008. [46]

[46] <https://archive.org/details/louart-iter-poche>

Table des articles

Texte disponible sur le blog :

Et vous n'avez encore rien vu…

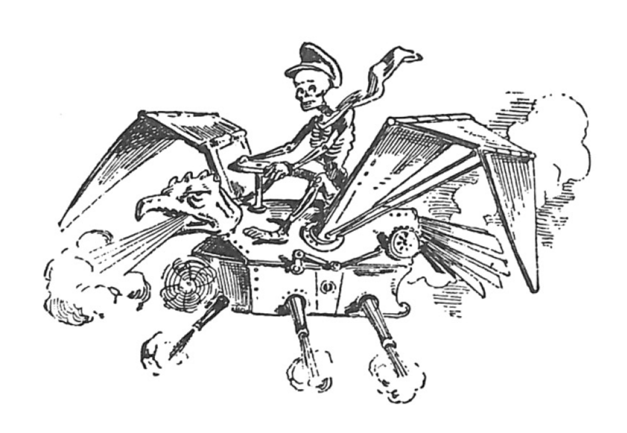
Critique de la science et du scientisme ordinaire

<http://sniadecki.wordpress.com/>

Si des membres d'une peuplade inconnue arrivaient à ITER et observaient les ressources titanesques mobilisées pour ce chantier, ils en concluraient probablement que l'on construit ici un temple destiné à l'adoration d'un dieu. Ils n'auraient peut-être pas tort.

Le nom de cette divinité s'affiche en grosses lettres en première page du site internet de l'Organisation ITER :

« *Une énergie inépuisable* »



Prix Libre